

ВИКОРИСТАННЯ ЦИКЛОСТАЦІОНАРНОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ДЕТЕКТУВАННЯ

*Демченко І. В., студент; Булашенко А. В., ст. викл.;
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна*

Ефективність використання спектра, за допомогою концепції когнітивного радіо були досліджені [1]. Ідеальна система має бути швидкою, точною та ефективною. Циклостационарна функція виявлення задовольняє всім цим вимогам. За її допомогою можна розрізняти шум та сигнал первісного користувача. Однією з ключових переваг є маркер преамбули сигналу користувача, що визначає схему модуляції, що використовує користувач.

Циклостационарний метод ефективніше використовує спектр [2] і працює краще, ніж інші схеми виявлення завдяки його можливості подавляти шум. Це відбувається, оскільки шум є абсолютно випадковим і не є періодичним.

До недоліків методу відносять: спектральні втрати при високій амплітуді сигналів, їх не лінійність, складність в обчисленні, а отже необхідно значно більший час спостереження; висока вартість.

Двовірсна спектральна кореляційна функція [3] дозволяє виявити періодичні особливості первинного сигналу користувача. Ці сигнали є циклостационарними процесами, що є періодичними у часі. Їх описує періодична автокореляційна функція

$$R_y(t + \tau) = R_y(t + T, \tau).$$

Перетворення Фур'є циклічної автокореляційної функції

$$R_y^\alpha(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T y\left(t + \frac{\tau}{2}\right) \cdot y\left(t - \frac{\tau}{2}\right) e^{-j2\pi\alpha t} dt.$$

У наведеному рівнянні α є основна циклічна частота. Функція щільності кореляції спектра є циклічною функцією автокореляції і може відокремлювати стаціонарний шум від сигналу користувачів. Коли параметр $\alpha = 0$, функція спектральної кореляції (ФСК) стає спектральною щільністю потужності. Таким чином, ФСК можна визначити

$$S_y^\alpha(f) = \lim_{\Delta t \rightarrow \alpha} \lim_{T \rightarrow \alpha} \frac{1}{T} \cdot \frac{1}{\Delta t} \int_{-\Delta t/2}^{\Delta t/2} Y_T\left(t, f + \frac{\alpha}{2}\right) \cdot Y_T^*\left(t, f - \frac{\alpha}{2}\right) dt.$$

Побудувати графік ФСК, можна з'ясувати стан використання спектру. Якщо сигнал користувача присутній у поточному частотному діапазоні, то ФСК дає пік у центрі. Піку не буде у випадку, коли немає сигналу користувача.

Крім того, ФСК можна використовувати для з'ясування виду модуляції,

що використовується користувачем. Це можна досягти шляхом підрахунку кількості вторинних вершин, що симетричні відносно основної частоти. Якщо використовується модуляція BPSK, будуть подвійні піки на подвійне значення робочої частоти. Але, якщо схема модуляції є QPSK, буде дві такі вторинні вершини подвоєння робочої частоти.

Тут прийняли частоту сигналу 1 кГц та, частоту дискретизації 20 кГц. На рисунку 1 а вказана циклічна ФСК, коли вхідний сигнал спочатку моделюється за допомогою BPSK.

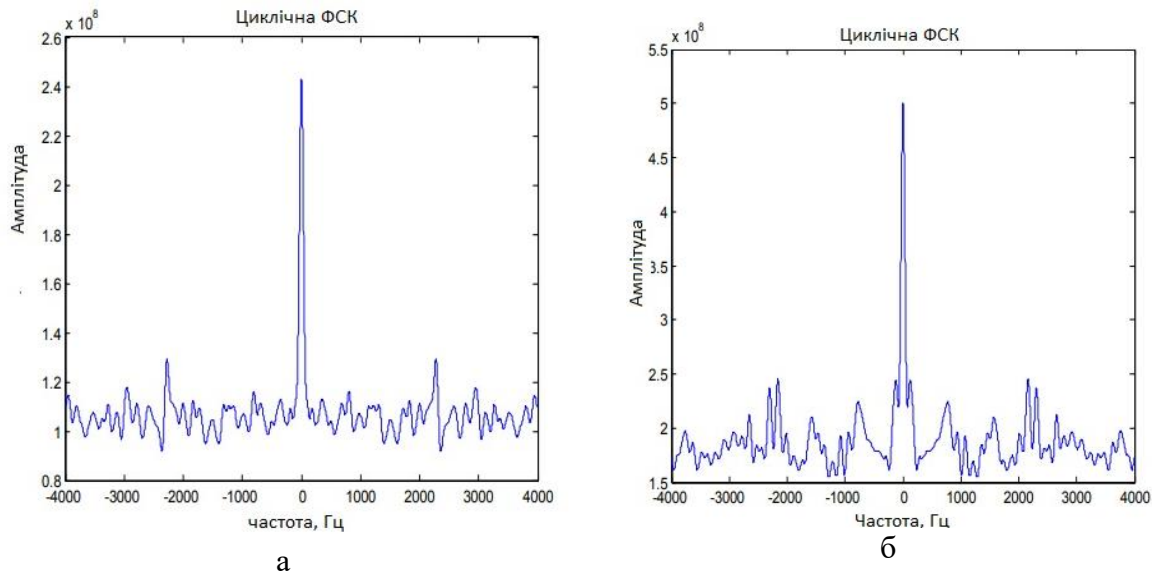


Рисунок 1

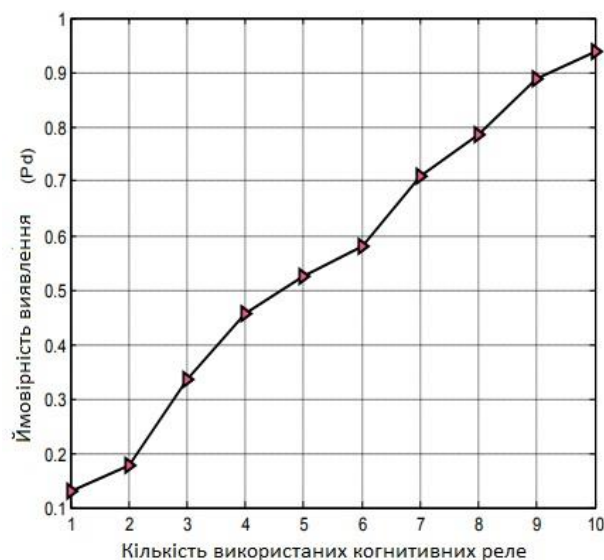


Рисунок 2

На рисунку 1 б циклічна ФСК при вхідному сигналі з використанням QPSK. На подвійній частоті, тобто ближче до 2 кГц, бачимо два другорядних піка на відміну від окремих другорядних піків, що отримали у BPSK.

На рисунку 2 показано кількість когнітивних ретрансляторів, що взає-

модіють, побудовані залежно від ймовірності виявлення P_d . Із графіку бачимо, що значення P_d для 4 ретрансляторів складає 0.45, але значення P_d для 5 ретрансляторів складає 0.52. Це показує, що ймовірність виявлення P_d збільшується як і збільшується кількість ретрансляторів.

Когнітивну чутливість радіоспектра можна зробити більш надійно та ефективно, якщо використати метод виділення із циклостационарною функцією. Циклостационарні детектори використовують власну періодичність модульованих сигналів. Не дивлячись на те, що це призводить до складності системи, але така система має дуже високу завадостійкість. Також використання такої функції дає можливість визначити метод модуляції. Крім того, взаємна чутливість спектру, що допомагає подолати ефекти загасання та затінення, що присутні в будь-якій іншій не спільній схемі.

Результати моделювання для спільного виявлення спектра показують, що працездатність покращується, якщо виявлення здійснюється за допомогою великої кількості пасивних ретрансляторів, які сприяють багатопроменевому поширенню сигналів.

Перелік посилань

1. Haykin S. Cognitive radio: Brain-empowered wireless communications / S. Haykin // IEEE Journal on Selected Areas of Communication. – 2005. – Vol. 23, No. 2. – pp. 201–220.
2. Gandetto M. Spectrum sensing: A distributed approach for cognitive terminals / M. Gandetto, C. Regazzon // IEEE Journal Selected Areas in Comm. – 2007. – pp. 57–66.
3. Atapattu S. Energy Detection Based Cooperative Spectrum Sensing In Cognitive Radio Networks / A. Atapattu, C. Tellambura, H. Jiang // IEEE Transactions On Wireless Communications. – 2011. – Vol.10, No. 4 – pp. 1232–1241.

Анотація

Показані переваги використання циклостационарної функції для виявлення сигналів у схемах детектування із використанням модуляції QPSK та BPSK.

Ключові слова: циклостационарне виділення, функція спектральної кореляції.

Аннотация

Показаны преимущества использования циклостационарной функции для выделения у схемах детектирования с использованием модуляции QPSK та BPSK.

Ключевые слова: циклостационарное выделение, функция спектральной корреляции.

Abstract

The advantages of using the cyclostationary function for detecting signals in detection schemes using QPSK and BPSK modulation are shown.

Keywords: cyclostationary feature detection, spectral correlation function